

19 AUG 2004

505, 288

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
12 septembre 2003 (12.09.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 03/075065 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : G02B 6/42

(74) Mandataire : SCHMIT, Christian, Norbert, Marie;  
Cabinet Christian SCHMIT et Associés, 8, place du  
Ponceau, F-95000 CERGY (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP03/50022

(81) États désignés (national) : CA, US.

(22) Date de dépôt international :  
19 février 2003 (19.02.2003)

(84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, BG,  
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,  
IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

(25) Langue de dépôt : français

Publiée :  
— avec rapport de recherche internationale

(30) Données relatives à la priorité :  
0202248 21 février 2002 (21.02.2002) FR

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

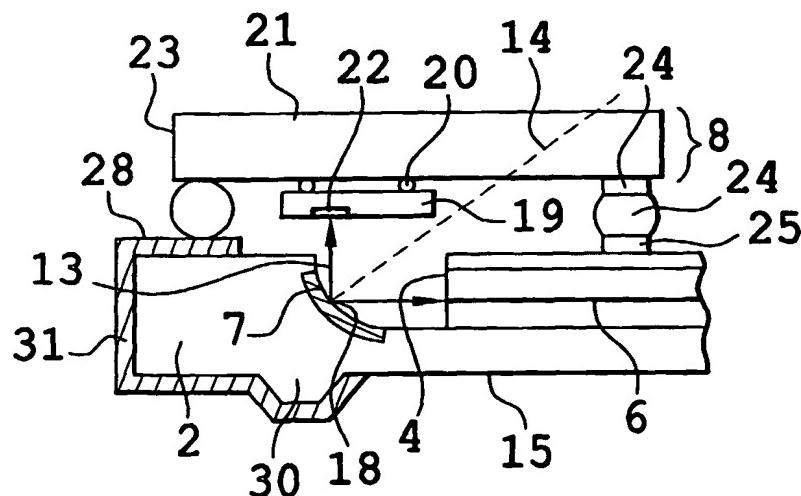
(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : FCI  
[FR/FR]; 53, rue de Châteaudun, F-75009 PARIS (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : ROSINSKI,  
Bogdan [FR/FR]; 19bis, rue du Bot, F-29200 BREST (FR).

(54) Title: IMPROVED OPTOELECTRONIC COUPLING DEVICE

(54) Titre : DISPOSITIF DE COUPLAGE OPTOELECTRONIQUE PERFECTIONNÉ



WO 03/075065 A1

transmissions optiques : monomode ou multimodes.

(57) Abstract: The invention relates to an improved optoelectronic coupling device. In order to resolve the problems associated with producing an intermediary optoelectronic coupling device, the inventive device is provided with a curved mirror (7) having focusing properties. In this way, an additional degree of freedom (4) can be availed of in order to adapt the device to different optical transmission modes: single-mode or multimodes.

(57) Abrégé : Pour résoudre un problème de fabrication d'un dispositif intermédiaire de couplage optoelectronique, on prévoit de le munir d'un miroir (7) courbe ayant des propriétés de focalisation. On montre qu'en agissant ainsi on dispose d'un degré de liberté supplémentaire (4) pour adapter le dispositif à différents modes de

## Dispositif de couplage optoélectronique perfectionné

La présente invention a pour objet un dispositif de couplage optoélectronique perfectionné. Elle est destinée à être utilisée dans le 5 domaine des fibres optiques. Les fibres optiques servent à acheminer des signaux lumineux à haut débit.

Une fibre optique est utilisée essentiellement comme moyen de transport d'informations, sous la forme de signaux lumineux, normalement numérisés. Ce moyen de transport présente l'avantage de résister efficacement aux bruits, notamment électromagnétiques, et de permettre par 10 ailleurs des débits d'informations très élevés. Toutefois, le traitement dans les dispositifs informatiques actuels étant de type électronique, il importe de faire une conversion optoélectronique des signaux lumineux à traiter, à l'entrée et à la sortie de la fibre optique. Diverses solutions ont été imaginées 15 pour résoudre ces problèmes de conversion.

Dans certaines solutions, il a été imaginé de fabriquer des harnais. Dans ces harnais, la fibre optique ou une nappe de fibres optiques est munie à ses deux extrémités (ou au moins à une de ses extrémités), d'une manière fixe, d'un dispositif de conversion optoélectronique. Dans ce cas, la fibre 20 optique délivre à une extrémité, ou aux deux, des signaux électriques ou électroniques alors qu'elle peut délivrer à une autre extrémité des signaux optiques. L'inconvénient présenté par ce type de solution est d'une part le coût engendré par cette intégration de moyens. D'autre part la maniabilité de la fibre en est fortement réduite. En effet, on comprend aisément que la 25 longueur de la fibre ne peut pas être ajustée aussi facilement qu'on le voudrait, a fortiori si elle est munie de part et d'autre de circuits électroniques de conversion sertis aux bouts des fibres. Dans ce cas, il n'est pas du tout possible de la rallonger ou de la raccourcir. Il ne reste qu'à l'échanger contre un autre harnais de taille différente, mais de coût élevé lui aussi. Par ailleurs 30 la présence du circuit électronique de conversion amène à réaliser à l'extrémité de la fibre optique un embout dont l'encombrement est gênant s'il faut enfiler la fibre dans des orifices étroits pour conduire les signaux d'un endroit à un autre.

Dans d'autres solutions, notamment dans le document WO 00/55665, 35 on a imaginé une férule intermédiaire, destinée d'une part à permettre un

raccordement optique et munie par ailleurs de moyens de conversion optoélectroniques intégrés. Toutefois, du fait de la technique de transmission retenue et de l'architecture mécanique de réalisation, un miroir de réflexion optique doit être aménagé entre la sortie des fibres optiques et un détecteur 5 ou un émetteur optoélectronique chargé d'effectuer la conversion. On retrouve par ailleurs des solutions à miroir de ce type dans le document US-A-5 168 537, dans le document US-A-6 132 107, ainsi que dans le document US-A-6 161 965. La présence de tels miroirs pose cependant des problèmes 10 optiques et technologiques qui nuisent à l'efficacité de la conversion optoélectronique entreprise et sont à l'origine de pertes de transmission optique.

Les solutions à miroir présentent en effet des problèmes difficilement solubles. Notamment, pour des raisons de qualité de fabrication, un boîtier destiné à accueillir le port optique est généralement réalisé dans un substrat 15 cristallin de silicium. De ce fait le miroir de réflexion, pour qu'il soit parfaitement réfléchissant, doit alors être choisi comme un des plans principaux de la structure cristalline de ce substrat. Une telle solution est par exemple représentée dans le document US-A-6 161 965. Ainsi, le choix d'une telle solution avec un tel substrat conduit à un angle de réflexion de 54 20 degrés et non pas de 45 degrés. En outre les signaux issus de la fibre optique ou d'un circuit intégré émetteur optique sont normalement divergents, sauf à pratiquer des modifications coûteuses des parties émettrices. Pour obtenir alors une réflexion efficace, on procède à une refocalisation des signaux lumineux transitant entre une sortie d'une fibre 25 optique et un circuit intégré émetteur ou détecteur de lumière. Ceci est en particulier décrit dans le document US-A-5 168 537. Il y est prévu de réaliser un prisme, formant par sa surface inclinée la surface de réflexion attendue et muni sur ses faces d'entrée et de sortie de deux lentilles de refocalisation. Un tel dernier dispositif est bien entendu bien trop compliqué et bien trop 30 cher pour pouvoir être industrialisé à faible coût.

Enfin un autre problème se pose. Il est lié au fait que la fibre optique utilisée avec la férule est soit une fibre de type monomode soit de type multimode. En effet, si le type d'injection lumineuse est de type multimode, plusieurs modes de propagation sont présents simultanément dans la fibre. 35 Or ces modes, différents, présentent des vitesses de propagation ou des

rotations de phases telles que, selon la distance qui sépare le lieu de prélèvement du lieu de l'injection, des interférences destructrices peuvent se présenter. Il en résulte qu'un signal de type numérique, de type tout ou rien, avec des transitions brutales, sera transmis sous la forme d'un signal avec  
5 un temps de montée bien plus long que le temps de montée du signal optique d'excitation. En effet, certaines composantes spectrales subissent ces interférences. De ce fait, la bande passante de transmission de la fibre optique, en terme de gigabits par seconde, peut être réduite du fait des déficits de conversion optoélectronique.

10 Dans l'invention pour résoudre ces problèmes, on a prévu de réaliser un miroir réfléchissant ayant lui-même une faculté de focalisation sur un point non à l'infini. En pratique, le miroir réfléchissant de l'invention possède une courbure, de préférence de type parabolique. De ce fait, ce miroir lui-même a des propriétés de refocalisation d'un faisceau lumineux reçu divergent. Avec  
15 un tel miroir, on est en plus capable de disposer l'extrémité de la fibre optique à une distance qui peut être ajustée par rapport à ce miroir. La férule de l'invention comporte alors, dans un prototype de mise au point, en regard du miroir, d'une part les circuits optoélectroniques de détection ou d'émission des rayons lumineux et d'autre part une première extrémité de fibre optique  
20 respectivement émettrice ou réceptrice de ces rayons lumineux. Avec ce prototype il est possible, en éloignant ou en rapprochant cette première extrémité utile de la fibre optique, de mesurer à l'autre extrémité de cette fibre optique un résultat de transmission des signaux lumineux. On peut alors facilement trouver un optimum d'éloignement entre la première extrémité  
25 utile de la fibre optique et le miroir courbe. L'optimum correspond soit à un maximum de puissance lumineuse transmise pour une plage de longueur d'onde, soit, et notamment pour des fibres multimodes à large bande, à une bande passante optimale.

On observe que, dans ce cas, on peut admettre une divergence  
30 d'émission ou d'injection de l'ordre de 20 degrés sur une terminaison d'une fibre optique et qu'une telle tolérance est de nature à accueillir un plus grand nombre de terminaisons optiques sans nécessiter pour ces dernières des traitements de rectification ou de polissage particuliers. En outre, s'agissant  
35 d'un mode d'injection attendu, il est possible de déterminer avec les essais indiqués ci-dessus la distance optimale d'éloignement des terminaisons de la

fibre optique du miroir courbe, et de réaliser des butées dans un port optique d'accueil d'un embout amovible de fibre optique pour fixer la distance entre les terminaisons de ces fibres et ce miroir à une distance égale à la distance optimale. Au besoin on utilise des tronçons intermédiaires de fibres optiques,  
5 ces tronçons sont parfaitement calés. En définitive, en agissant ainsi, on dispose à moindre frais d'un degré de liberté supplémentaire d'optimisation, le miroir comportant en lui-même des lentilles du fait de sa courbure.

L'invention a donc pour objet un dispositif de couplage optoélectronique comportant un boîtier muni d'un port optique pour recevoir des terminaisons de fibres optiques, d'un miroir dans une cavité pour renvoyer des rayons lumineux issus de ou destinés à ces fibres optiques, et d'un circuit optoélectronique pour convertir ces rayons lumineux en signaux électriques ou réciproquement, caractérisé en ce que le boîtier est en plastique moulé, en ce que le miroir est capable d'une focalisation à une distance finie, et en ce que le circuit optoélectronique est monté sur le boîtier par des refusions, de boules de soudure et comporte un circuit intégré intermédiaire surmonté, par l'intermédiaire de refusions de boules de soudure, de circuits de détection ou d'émission espacés au pas de rainures du boîtier.  
10  
15

20 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Celles-ci ne sont présentées qu'à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention. Les figures montrent :

- Figures 1a et 1b : des représentations en coupe, respectivement longitudinale et transversale par rapport au trajet optique, d'un dispositif de couplage optique de l'invention, dit aussi férule par extension ;  
25

- Figures 2a et 2b : des représentations en coupe longitudinales au trajet optique, dans deux plans perpendiculaires, de la férule de l'invention et de son procédé de montage et d'utilisation.

La figure 1a montre schématiquement un dispositif 1 de couplage optique, ou férule de connexion optoélectronique, selon l'invention. La férule 1 comporte un boîtier 2 qui est muni d'un port optique 3 pour recevoir des terminaisons 4 de fibres optiques 5. Les fibres optiques 5 peuvent être portées par un embout de maintien comme on le verra plus loin. Les terminaisons 4 peuvent avoir été apprêtées, notamment polies selon l'enseignement des documents cités. La férule 1 peut néanmoins comporter  
30  
35

un trajet optique intermédiaire 6, muni de tronçons de fibres optiques intermédiaires, l'embout amovible de connexion des fibres optiques étant déporté. De cette manière, les terminaisons 4 peuvent se trouver à une distance parfaitement réglée et fixe dans la férule 1. Dans ce cas, un 5 couplage optique-optique est prévu entre ces tronçons intermédiaires de fibres optiques, à leur autre extrémité, et des terminaisons de fibres optiques à raccorder.

La férule 1 comporte également un miroir 7, destiné à réfléchir des rayons lumineux issus de la fibre optique 5 en direction d'un circuit 10 optoélectronique 8, ou réciproquement. Le circuit optoélectronique 8, ici schématiquement représenté peut être aussi bien un détecteur optique qu'un émetteur optique. Il est placé au-dessus du boîtier 2.

Selon une caractéristique principale de l'invention, le miroir 7 est courbe, concave, présentant l'intérieur de la cavité formée par cette 15 concavité pour la réception et la réflexion des signaux lumineux issus ou destinés aux fibres optiques 5. Dans une application classique, l'ouverture angulaire 9 du faisceau lumineux à la fois sur la terminaison 4 de la fibre optique 5 et sur le circuit optoélectronique 8 est de l'ordre de 20 degrés. Dans cet exemple également, le diamètre du cœur 10 de la fibre optique 20 (figure 1b) est de l'ordre de 10 micromètres, du même ordre qu'une dimension 11 d'une surface utile de détection ou d'émission sur le circuit intégré 8. A titre de comparaison, la dimension hors tout 12 du circuit intégré 8 est de l'ordre de 300 micromètres.

Bien que la concavité du miroir 7 puisse être sphérique, on préférera 25 pour cette dernière une forme parabolique, l'axe de la parabole étant sensiblement orienté comme la bissectrice de l'angle formée par une normale 13 au circuit intégré 8 et le trajet optique 6. L'obtention d'une telle forme concave peut, de préférence, dans l'invention être obtenue par moulage du boîtier 2. A cet effet le boîtier 2 sera réalisé soit en céramique 30 isolante, soit en une matière plastique. Pour des raisons qu'on expliquera plus loin, il sera alors fabriqué dans une matière plastique supportant une grande élévation de température, notamment en LCP, polymère à cristaux liquides, en PBT, polybutylène térephthalate, voire en COC, cyclo-oléfine copolymère ou en polyimide. Il pourrait toutefois être utilisés d'autres 35 procédés de fabrication. Notamment une sculpture au laser du miroir 7 serait

envisageable.

Le caractère réfléchissant du miroir 7 est obtenu par l'adjonction d'une couche métallique cristalline ou polycristalline. L'adjonction de cette couche peut être réalisée de différentes façons. Soit la totalité du boîtier est 5 métallisée puis gravée, soit certaines parties de la surface du boîtier sont attaquées de manière à ce qu'une métallisation, notamment par vaporisation d'atomes de métal, se fassent préférentiellement sur des zones activées lors de l'attaque (en particulier à l'endroit du miroir). Dans le premier cas, la 10 gravure peut être sèche, au laser, ou par voie humide notamment par des procédés de type photolithographique.

La caractéristique supplémentaire de réflexion du miroir 7 de l'invention est donc d'être capable d'une focalisation à une distance finie, par exemple au foyer de la parabole ou au centre de la sphère dans le cas d'un miroir sphérique. Pour des autres formes, on pourrait définir dans des 15 mêmes conditions l'existence d'un foyer, même si l'astigmatisme de la lentille ainsi formée n'est pas parfait. De préférence la courbure est adaptée au caractère monomode ou multimode attendu pour la transmission des signaux lumineux.

La figure 1b montre une embase 15 du boîtier 2. L'embase 15 est 20 munie de rainures en V 16 destinées à recevoir soit les fibres optiques elles-mêmes, soit des tronçons intermédiaires de fibres optiques 5. L'embase 15 est destinées à être recouverte par un couvercle 17 de maintien des fibres optique, ou des tronçons intermédiaires de fibres optiques 5. Ce mode de réalisation permet de réaliser dans le boîtier 2 un canal permettant le 25 placement de la terminaison 4 des fibres optiques, ou des tronçons de fibres optiques, à un endroit préféré, dont on a mesuré l'intérêt par une série d'expériences. Ces expériences conduisent à un meilleur rendement de la transformation optoélectronique entreprise. De ce fait, avant mise en place 30 du couvercle 17, on peut régler la position de la terminaison 4 par rapport au centre 18 du miroir 7. Les expériences peuvent comporter le test de la connexion optoelectronique mesuré après un transport des signaux lumineux sur une longue distance par exemple de l'ordre de ou supérieure au kilomètre. Le centre 18 du miroir est par exemple situé à l'intersection du miroir avec la bissectrice 14.

35 La figure 2a montre en coupe un mode préféré de réalisation de la

férule de l'invention. Le circuit intégré 8 comporte d'une part un circuit intégré 19 émetteur ou détecteur optoélectronique monté par refusion de billes de soudure 20 sur un circuit intégré de pilotage 21. Le circuit de pilotage 21 est notamment un circuit capable d'effectuer une remise en forme des signaux analogiques délivrés par le détecteur ou l'émetteur 19. L'utilisation de refusions de billes de soudure telles que 20 permet de placer avec une grande précision le circuit 19, notamment sa zone sensible 22 (de dimension 11) par rapport au circuit 21, par exemple par rapport à un bord 23 de ce circuit 21. Le circuit 21 est par ailleurs également monté sur le boîtier 2 par l'intermédiaire de refusions de billes de soudure 24, permettant également un placement parfait du circuit de pilotage 21 par rapport au centre 18 du miroir 7. On aboutit alors au résultat que le miroir 7 est placé d'une part précisément par rapport aux terminaisons 4 (du fait de leur réglage en éloignement et du fait de leur maintien précis dans leurs rainures en V 16), et 15 est placé exactement d'autre part par rapport au circuit intégré de détection 19.

Les placements précis par refusions de billes de soudure résultent du développement de tensions superficielles dans les billes de soudure, entre ces billes et des zones de contact telles que 24 ou 25, au moment de la 20 refusion. Les zones 24 ou 25 sont réalisées précisément par construction respectivement sur le circuit intégré 8 et sur le boîtier 2. Le procédé de refusion (autour de 200° C) implique par ailleurs l'utilisation d'un boîtier 2 (embase 15 - couvercle 17) obtenu à partir d'un matériau stable en haute température, d'où le choix des matières plastiques préférées.

25 Le circuit pilote 21 forme un circuit intégré intermédiaire. Il peut être de grande taille. Plusieurs circuits de détection ou d'émission tels que 19 peuvent être montés sur un tel circuit pilote 21. Dans ce cas, ces circuits 19 sont espacés les uns des autres, d'une manière exacte, d'un pas correspondant au pas des rainures 16 dans la base 15 du boîtier 2. A cet 30 égard, la figure 2b montre dans une embase 15 la présence de cavités 26 contenant les miroirs 7. De préférence les miroirs 7 sont cylindriques, à directrice circulaire ou parabolique, et à génératrice perpendiculaire à la normale 13 et au trajet 6. Ils pourraient toutefois être de révolution, notamment autour d'un grand axe 14. La figure 2b montre, aboutissant dans 35 les cavités 26, des tronçons 27 de fibres optiques dont l'extrémité 4 proche

du miroir 7 a été réglée en profondeur. Les tronçons 27 sont sertis dans les rainures 16. Les rainures 16 sont montrées en pointillés parce qu'elles ne sont pas situées dans le plan de la coupe, celles-ci étant prises au dessus du couvercle. Le couvercle 17 est ainsi parcouru par des pistes électriques 5 telles que 28 qui permettent de relier des plots 25 à des bossages 30 de connexion (figure 2a). A cet effet, le boîtier 2 possède des pistes métallisées permettant de contourner la surface du boîtier 15, notamment en passant par un chant frontal 31. A l'endroit du raccordement du couvercle 17 et de l'embase 15 des ponts électriques sont réalisés. Les bossages 30, en 10 nombre et en répartition adéquats, sont destinés à venir se placer au contact de contacts d'un circuit imprimé, non représenté, recevant la férule 1. Les plots 25 sont les plots précisément placés à la surface de l'embase 15 ou du couvercle 17 pour recevoir les billes de soudure 24. De préférence les pistes 28 sont réalisées par une même opération que la métallisation du miroir 7.

15 La figure 2b montre encore que la férule 1 est munie d'un réceptacle 32 pour recevoir un embout 33 enserrant une nappe 34 de fibres optiques. Les extrémités 35 des fibres optiques de la nappe 34 sont destinés à venir au contact du port optique 3. Le couplage optique-optique entre les tronçons intermédiaires 27 et les fibres optiques de la nappe 34 peut cependant être 20 évité si les sorties optiques 35 sont guidés jusqu'à l'aplomb du lieu attendu 4 pour les terminaisons optiques. Pour permettre un guidage correct de l'embout 33 dans le réceptacle 32, l'embout 33 possède par ailleurs des broches 36 qui s'insèrent dans des réservations 37 ménagées en regard dans l'embase 15. L'embout 33 et le réceptacle 32 sont de préférence 25 normalisés.

## REVENDICATIONS

1 - Dispositif (1) de couplage optoélectronique comportant un boîtier (2) muni d'un port (3) optique pour recevoir des terminaisons (4) de fibres optiques (5), d'un miroir (7) dans une cavité pour renvoyer des rayons lumineux issus de ou destinés à ces fibres optiques, et d'un circuit (8) optoélectronique pour convertir ces rayons lumineux en signaux électriques ou réciproquement, caractérisé en ce que le boîtier est en plastique moulé, en ce que le miroir est capable d'une focalisation à une distance finie, et en ce que le circuit optoélectronique est monté sur le boîtier par des refusions (20,24), de boules de soudure et comporte un circuit intégré intermédiaire (21) surmonté, par l'intermédiaire de refusions de boules de soudure, de circuits (19) de détection ou d'émission espacés au pas de rainures du boîtier.

15 2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte des tronçons (27) de fibres optiques intermédiaires.

3 - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que le miroir est parabolique. (14)

20 4 - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le miroir est métallisé.

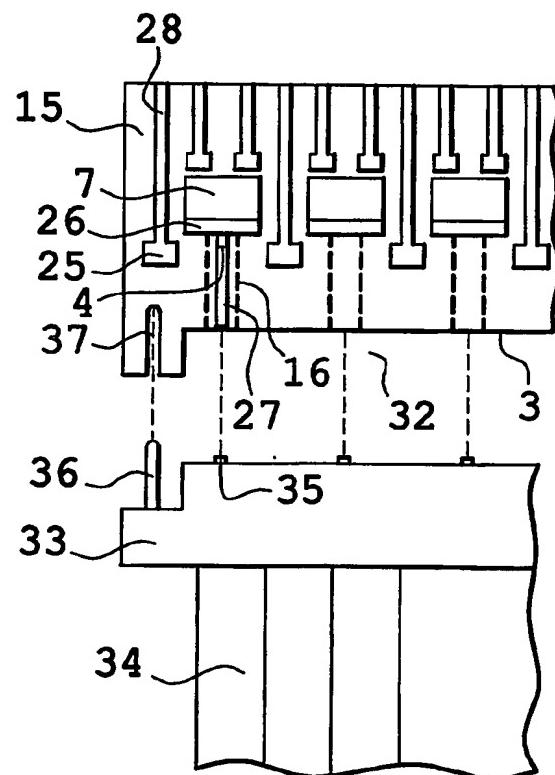
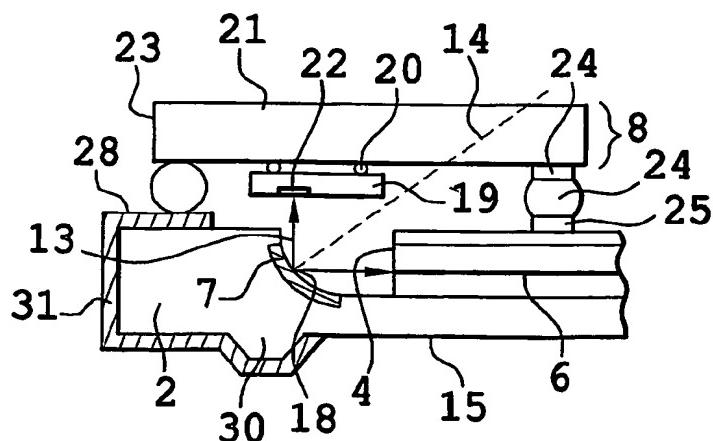
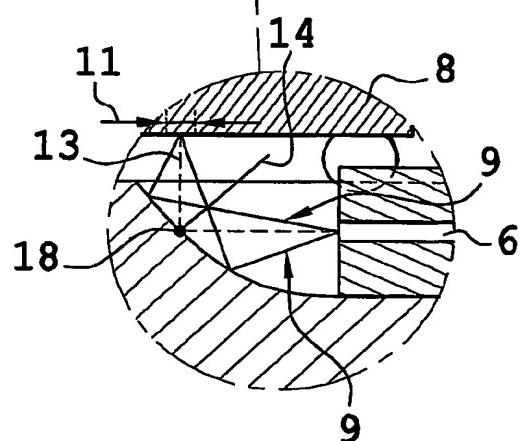
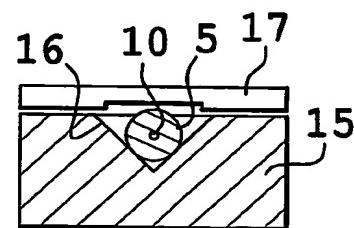
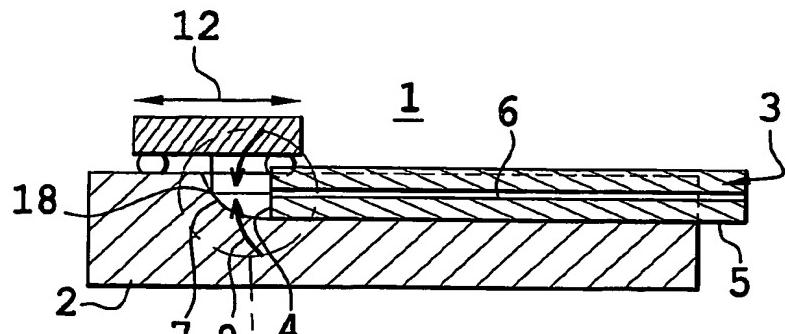
5 - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le boîtier comporte des pistes (28) métallisées.

6 - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le boîtier comporte des rainures (16) en Vé.

25 7 - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la courbure du miroir est adaptée au caractère monomode ou multimode des signaux lumineux.

8 - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le miroir est courbe concave.

30 9 - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la matière plastique du boîtier est une matière plastique haute température, par exemple en polymère à cristaux liquides, en polybutylène térephthalate, en cyclo-oléfine copolymère ou en polyimide.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/50022

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G02B6/42

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| A        | US 5 987 202 A (MAYER KLAUS-MICHAEL ET AL) 16 November 1999 (1999-11-16)<br>figures 6,7<br>column 3, line 52 -column 8, line 32     | 1,4-7                 |
| A        | EP 1 109 041 A (JAPAN AVIAT)<br>20 June 2001 (2001-06-20)<br>figures 2,4,5<br>column 6, line 38 -column 8, line 23                  | 1,3-7                 |
| A        | EP 0 450 560 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 9 October 1991 (1991-10-09)<br>figures 20,21<br>column 17, line 12 -column 19, line 5 | 1,4,5,7               |

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

Date of mailing of the International search report

15 May 2003

22/05/2003

## Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

## Authorized officer

Mathyssek, K

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

|                              |
|------------------------------|
| International Application No |
| PCT/EP 03/50022              |

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| A        | GB 2 162 335 A (MAGNETIC CONTROLS CO)<br>29 January 1986 (1986-01-29)<br>figures 1-6<br>page 2, line 27 -page 3, line 91  | 1,3,4,6,<br>7         |
| A        | US 5 369 529 A (KUO SHUN-MEEN ET AL)<br>29 November 1994 (1994-11-29)<br>figures<br>column 2, line 40 -column 6, line 25  | 1,3-5,7               |
| A        | US 6 331 382 B1 (ROBERTSSON MATS)<br>18 December 2001 (2001-12-18)<br>figures<br>column 2, line 66 -column 4, line 30   | 1,3,4,7               |
| A        | US 6 250 820 B1 (MELCHIOR LUTZ ET AL)<br>26 June 2001 (2001-06-26)<br>figures<br>column 5, line 14 -column 6, line 25   | 1,4,6,7               |
| A        | US 5 513 021 A (STRAZNICKY JOSEPH ET AL)<br>30 April 1996 (1996-04-30)<br>figure 4<br>column 6, line 46 -column 8, line 7   | 1,4                   |
| A        | EP 0 510 859 A (AMERICAN TELEPHONE &<br>TELEGRAPH) 28 October 1992 (1992-10-28)<br>column 4, line 28 -column 5, line 24<br>column 6, line 21 - line 42<br>figures 1,2,4 | 1,9                   |
| A        | US 5 125 054 A (ACKLEY DONALD E ET AL)<br>23 June 1992 (1992-06-23)<br>the whole document   | 1,2                   |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP 03/50022

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) |               | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|---------------|------------------|
| US 5987202                             | A 16-11-1999     | DE                      | 19501285 C1   | 15-05-1996       |
|  |                  | DE                      | 19547941 A1   | 25-07-1996       |
|  |                  | WO                      | 9622177 A1    | 25-07-1996       |
|  |                  | DE                      | 59600776 D1   | 10-12-1998       |
|  |                  | EP                      | 0804323 A1    | 05-11-1997       |
|  |                  | JP                      | 11502633 T    | 02-03-1999       |
| EP 1109041                             | A 20-06-2001     | JP                      | 2001174671 A  | 29-06-2001       |
|  |                  | EP                      | 1109041 A1    | 20-06-2001       |
|  |                  | US                      | 2001004413 A1 | 21-06-2001       |
| EP 0450560                             | A 09-10-1991     | JP                      | 3286574 A     | 17-12-1991       |
|  |                  | JP                      | 3286575 A     | 17-12-1991       |
|  |                  | JP                      | 3286576 A     | 17-12-1991       |
|  |                  | JP                      | 3288478 A     | 18-12-1991       |
|  |                  | JP                      | 3288479 A     | 18-12-1991       |
|  |                  | JP                      | 3288480 A     | 18-12-1991       |
|  |                  | JP                      | 4125979 A     | 27-04-1992       |
|  |                  | DE                      | 69129817 D1   | 27-08-1998       |
|  |                  | DE                      | 69129817 T2   | 07-01-1999       |
|  |                  | EP                      | 0450560 A2    | 09-10-1991       |
|  |                  | US                      | 5175783 A     | 29-12-1992       |
| GB 2162335                             | A 29-01-1986     | NONE                    |               |                  |
| US 5369529                             | A 29-11-1994     | JP                      | 7056061 A     | 03-03-1995       |
| US 6331382                             | B1 18-12-2001    | SE                      | 513849 C2     | 13-11-2000       |
|  |                  | AU                      | 2966699 A     | 20-09-1999       |
|  |                  | CA                      | 2322298 A1    | 10-09-1999       |
|  |                  | CN                      | 1292098 T     | 18-04-2001       |
|  |                  | EP                      | 1060429 A2    | 20-12-2000       |
|  |                  | JP                      | 2002506227 T  | 26-02-2002       |
|  |                  | SE                      | 9800756 A     | 07-09-1999       |
|  |                  | WO                      | 9945421 A2    | 10-09-1999       |
|  |                  | TW                      | 439333 B      | 07-06-2001       |
| US 6250820                             | B1 26-06-2001    | DE                      | 19709842 C1   | 15-10-1998       |
|  |                  | WO                      | 9838539 A2    | 03-09-1998       |
|  |                  | DE                      | 59801169 D1   | 13-09-2001       |
|  |                  | EP                      | 0963566 A2    | 15-12-1999       |
|  |                  | JP                      | 2001513216 T  | 28-08-2001       |
| US 5513021                             | A 30-04-1996     | DE                      | 69428410 D1   | 31-10-2001       |
|  |                  | DE                      | 69428410 T2   | 02-05-2002       |
|  |                  | EP                      | 0653654 A1    | 17-05-1995       |
|  |                  | JP                      | 7193535 A     | 28-07-1995       |
|  |                  | US                      | 5499312 A     | 12-03-1996       |
|  |                  | US                      | 6012855 A     | 11-01-2000       |
| EP 0510859                             | A 28-10-1992     | US                      | 5123066 A     | 16-06-1992       |
|  |                  | CA                      | 2062415 A1    | 26-10-1992       |
|  |                  | DE                      | 69228445 D1   | 01-04-1999       |
|  |                  | DE                      | 69228445 T2   | 22-07-1999       |
|  |                  | EP                      | 0510859 A2    | 28-10-1992       |
|  |                  | JP                      | 6252424 A     | 09-09-1994       |
|  |                  | KR                      | 9702933 Y1    | 08-04-1997       |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP 03/50022

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|------------------|
| US 5125054                             | A 23-06-1992     | NONE                    |                  |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/EP 03/50022

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 G02B6/42

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G02B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

| Catégorie | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents   | no. des revendications visées |
|-----------|--|-------------------------------|
| A         | US 5 987 202 A (MAYER KLAUS-MICHAEL ET AL) 16 novembre 1999 (1999-11-16)<br>figures 6,7<br>colonne 3, ligne 52 -colonne 8, ligne 32<br>---     | 1,4-7                         |
| A         | EP 1 109 041 A (JAPAN AVIAT) 20 juin 2001 (2001-06-20)<br>figures 2,4,5<br>colonne 6, ligne 38 -colonne 8, ligne 23<br>---                     | 1,3-7                         |
| A         | EP 0 450 560 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 9 octobre 1991 (1991-10-09)<br>figures 20,21<br>colonne 17, ligne 12 -colonne 19, ligne 5<br>--- | 1,4,5,7                       |

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

15 mai 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

22/05/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Mathyssek, K

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No  
PCT/EP 03/50022

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents   | no. des revendications visées |
|-----------|--|-------------------------------|
| A         | GB 2 162 335 A (MAGNETIC CONTROLS CO)<br>29 janvier 1986 (1986-01-29)<br>figures 1-6<br>page 2, ligne 27 -page 3, ligne 91   | 1,3,4,6,<br>7                 |
| A         | US 5 369 529 A (KUO SHUN-MEEN ET AL)<br>29 novembre 1994 (1994-11-29)<br>figures<br>colonne 2, ligne 40 -colonne 6, ligne 25   | 1,3-5,7                       |
| A         | US 6 331 382 B1 (ROBERTSSON MATS)<br>18 décembre 2001 (2001-12-18)<br>figures<br>colonne 2, ligne 66 -colonne 4, ligne 30  | 1,3,4,7                       |
| A         | US 6 250 820 B1 (MELCHIOR LUTZ ET AL)<br>26 juin 2001 (2001-06-26)<br>figures<br>colonne 5, ligne 14 -colonne 6, ligne 25  | 1,4,6,7                       |
| A         | US 5 513 021 A (STRAZNICKY JOSEPH ET AL)<br>30 avril 1996 (1996-04-30)<br>figure 4<br>colonne 6, ligne 46 -colonne 8, ligne 7  | 1,4                           |
| A         | EP 0 510 859 A (AMERICAN TELEPHONE &<br>TELEGRAPH) 28 octobre 1992 (1992-10-28)<br>colonne 4, ligne 28 -colonne 5, ligne 24<br>colonne 6, ligne 21 - ligne 42<br>figures 1,2,4 | 1,9                           |
| A         | US 5 125 054 A (ACKLEY DONALD E ET AL)<br>23 juin 1992 (1992-06-23)<br>Le document en entier   | 1,2                           |

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux meilleures familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/EP 03/50022

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s)   |  | Date de<br>publication   |
|---|----|------------------------|---|--|--|
| US 5987202                                      | A  | 16-11-1999             | DE 19501285 C1<br>DE 19547941 A1<br>WO 9622177 A1<br>DE 59600776 D1<br>EP 0804323 A1<br>JP 11502633 T   |  | 15-05-1996<br>25-07-1996<br>25-07-1996<br>10-12-1998<br>05-11-1997<br>02-03-1999   |
| EP 1109041                                      | A  | 20-06-2001             | JP 2001174671 A<br>EP 1109041 A1<br>US 2001004413 A1  |  | 29-06-2001<br>20-06-2001<br>21-06-2001   |
| EP 0450560                                      | A  | 09-10-1991             | JP 3286574 A<br>JP 3286575 A<br>JP 3286576 A<br>JP 3288478 A<br>JP 3288479 A<br>JP 3288480 A<br>JP 4125979 A<br>DE 69129817 D1<br>DE 69129817 T2<br>EP 0450560 A2<br>US 5175783 A |  | 17-12-1991<br>17-12-1991<br>17-12-1991<br>18-12-1991<br>18-12-1991<br>18-12-1991<br>27-04-1992<br>27-08-1998<br>07-01-1999<br>09-10-1991<br>29-12-1992 |
| GB 2162335                                      | A  | 29-01-1986             | AUCUN   |  |  |
| US 5369529                                      | A  | 29-11-1994             | JP 7056061 A  |  | 03-03-1995   |
| US 6331382                                      | B1 | 18-12-2001             | SE 513849 C2<br>AU 2966699 A<br>CA 2322298 A1<br>CN 1292098 T<br>EP 1060429 A2<br>JP 2002506227 T<br>SE 9800756 A<br>WO 9945421 A2<br>TW 439333 B                                 |  | 13-11-2000<br>20-09-1999<br>10-09-1999<br>18-04-2001<br>20-12-2000<br>26-02-2002<br>07-09-1999<br>10-09-1999<br>07-06-2001                             |
| US 6250820                                      | B1 | 26-06-2001             | DE 19709842 C1<br>WO 9838539 A2<br>DE 59801169 D1<br>EP 0963566 A2<br>JP 2001513216 T   |  | 15-10-1998<br>03-09-1998<br>13-09-2001<br>15-12-1999<br>28-08-2001   |
| US 5513021                                      | A  | 30-04-1996             | DE 69428410 D1<br>DE 69428410 T2<br>EP 0653654 A1<br>JP 7193535 A<br>US 5499312 A<br>US 6012855 A   |  | 31-10-2001<br>02-05-2002<br>17-05-1995<br>28-07-1995<br>12-03-1996<br>11-01-2000   |
| EP 0510859                                      | A  | 28-10-1992             | US 5123066 A<br>CA 2062415 A1<br>DE 69228445 D1<br>DE 69228445 T2<br>EP 0510859 A2<br>JP 6252424 A<br>KR 9702933 Y1   |  | 16-06-1992<br>26-10-1992<br>01-04-1999<br>22-07-1999<br>28-10-1992<br>09-09-1994<br>08-04-1997   |

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux mentions de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/EP 03/50022

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|---|------------------------|---|------------------------|
| US 5125054                                      | A 23-06-1992           | AUCUN                                   |                        |